УДК 553.411.071.242.4+550.4

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ЧЕРТЫ ОКОЛОЖИЛЬНОГО МЕТАСОМАТИЗМА В КВАРЦЕВЫХ ДИОРИТАХ И ГРАНОДИОРИТАХ ОЧАГОВО-КУПОЛЬНОЙ ПОСТРОЙКИ КЕДРОВСКОГО ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (СЕВЕРНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ). Ч. 1. Условия залегания и идентификация магматических пород

И.В. Кучеренко

Томский политехнический университет
E-mail: lev@tpu.ru

Приведены новые геолого-аналитические материалы, раскрывающие пространственно-временные и причинно-следственные связи метасоматических и геохимических ореолов на примере междужильного пространства слабо-золотоносных кварцевых жил Кедровского месторождения, сложенном магматическими породами позднепалеозойской ультраметаморфической очагово-купольной постройки. В первой части статьи приведены условия залегания и образования магматических пород, выполнена их идентификация и создана геологическая основа для последующего обсуждения в ее второй части структуры, соотношений и связей околожильных метасоматических и геохимических ореолов. Новыми данными подтверждается установленная ранее прямая зависимость степени металлоносности околорудных геохимических ореолов от степени металлоносности руд.

Введение

Множество исключающих одна другую версий в длительной истории познания геолого-генетической сущности процессов образования мезотермальных золотых месторождений есть следствие, как представляется, ряда причин.

Одна из них заключается в дефиците достоверных эмпирических данных, в силу необходимости дополняемых не всегда обоснованными или сомнительными предположениями.

Сохраняется известный консерватизм в приверженности применяемым в течение десятилетий, но исчерпавшим свои возможности подходам к исследованию частных вопросов и проблемы в целом. К примеру, давно стала очевидной потребность корректировки методологии изучения процессов рудообразования в терригенных черносланцевых комплексах в направлении учета всех добытых фактов и выявленных факторов в их совокупности, раскрывающих вещественно-генетическое и геологическое своеобразие месторождений и отражающих отличие или сходство рудообразования здесь в сравнении с кристаллическими рудовмещающими комплексами. Наметившиеся было на Всесоюзных совещаниях восьмидесятых годов прошлого столетия [1, 2 и др.] положительные подвижки в этом направлении сменились возвратом к традиционному подходу, предполагающему геохимическое изучение околорудного и прилегающего к рудным полям субстрата как основу для решения проблемы [3–6 и др.]. Между тем, в рудных полях сланцевого типа (Советском, Зун-Холбинском, Сухоложском и др.) известны факты, о которых в работах специалистов, представляющих метаморфогенно-гидротермальную или магматогенно-гранитогенную концепции рудообразования, не упоминается, но которые заслуживают объяснения. Речь идет, в частности, о том, что в сланцевых толщах, как и в кристаллическом субстрате (гранитах, ультраметаморфитах и других породах), отложение минеральных комплексов руд происходит в условиях высокой магматической активности мантии с образованием до-, внутри- и позднерудных базитовых даек с повышенной щелочностью, причем последние две их совокупности несут минерало-петрохимические, геохимические, изотопно-геохимические признаки флюидопроводящей в горячем состоянии функции при рудообразовании [7 и др.]. Повторяемость этого явления в разных районах и в разные эпохи свидетельствует о том, что оно не случайно и отражает закономерность. По-видимому, с позиций обеих упомянутых концепций интерпретация этих фактов затруднена. Однако жизнеспособность и конкурентоспособность любой из существующих концепций рудообразования определяется, в частности, и тем, в какой степени такого рода «неудобные» факты учтены при разработке системы геолого-генетических представлений. Игнорирование таких строгих доказательств участия мантийных процессов в коровом рудообразовании – признак слабости концепций.

Ранее [8] также обращалось внимание на то, что применяемые методики геохимических исследований в рудовмещающем пространстве не адекватны задачам, которые требуется решать. Использование в решении генетической проблемы методов поисковой геохимии не может обеспечивать раскрытие геологической истории рудогенных элементов в рудовмещающем и прилегающем пространстве рудных полей. Доказательством тому служит бесконечная, в течение многих десятилетий, и не затихающая до сего времени дискуссия на тему о происхождении геохимических аномалий в рудных полях, прежде всего, сланцевого типа – дорудном или синрудном, и об источниках сосредоточенных в рудах металлов. Напротив, корректному решению этой проблемы способствуют методические приемы формирования многоуровневой системы геохимических выборок, отражающих на каждом уровне этап образования и этапы преобразований горных пород, и последующий анализ по-

лучаемых результатов – статистических параметров распределения металлов, составляющих основу изообъемного расчета их баланса [8].

Результаты реализации этих приемов геохимических исследований в черносланцевом и кристаллическом рудовмещающем субстрате доказывают однообразно повторяющуюся в разных вмещающих средах прямую зависимость уровней металлоносности, в частности, золотоносности горных пород в околорудном пространстве (контрастности геохимических аномалий) от степени металлоносности руд, существенно меньшие объемы околорудных геохимических ореолов сравнительно с околорудными метасоматическими, приуроченность околорудных геохимических аномалий к тыловым зонам последних, то есть, – к непосредственному обрамлению рудных тел [8–18 и др.]. Все это не укладывается в рамки популярных или общепринятых представлений, согласно которым в золоторудных полях сланцевого типа околорудные гидротермальные изменения углеродистых и зеленых терригенных сланцев не выражены или выражены слабо [19] и в последнем случае отвечают субфациям регрессивного этапа регионального метаморфизма, миграция золота и других металлов в горных породах и даже вынос из пород в количестве до 40 % от их массы возможны в отсутствие гидротермальных изменений, то есть без разрушения минералов-носителей [6], околорудные геохимические аномалии выходят далеко за пределы околорудных метасоматических ореолов [20], демонстрируя независимость от них, а контрастность аномалий обратно пропорциональна степени металлоносности руд.

Очевидно, нет необходимости раскрывать значение перечисленных выводов в совершенствовании теории рудообразования, а прикладных следствий из них – в корректировке критериев прогноза и методов поисков. Чтобы понять, в какой степени справедливы те и другие представления, необходимо дальнейшее накопление эмпирических материалов, способных обеспечить корректное решение обозначенных вопросов.

Статья – очередная в цикле упомянутых и других работ автора, – имеет своей целью обсуждение условий распределения и миграции рудогенных элементов во вмещающем слабо золотоносные кварцево-жильные тела субстрате, в данном случае – в междужильном пространстве Кедровского золоторудного месторождения Северного Забайкалья, сложенном изверженными породами позднепалеозойской зрелой очагово-купольной постройки. Исследованы околожильные геохимические (Au, Ag, Hg) ореолы слабо золотоносных (в среднем первые г/т) Баргузинских-I и II жил для пополнения банка опубликованных геохимических данных о строении и контрастности геохимических полей в околорудном пространстве рудных тел с низкой и высокой продуктивностью [8–18]. В частности, ранее опубликованы результаты аутентичного исследования черносланцевого рудовмещающего субстрата Кедровского месторождения [12], что в сочетании с материалами по другим рудным полям усиливает достоверность необходимых сопоставлений.

В первой части статьи приведены условия залегания, соотношения образующих очаговую структуру ультрамафитов и магматических пород в занятом месторождением блоке земной коры, на основе оригинальных минералого-петрохимических данных выполнена идентификация магматических пород. Во второй части рассмотрены минералого-петрохимические черты гидротермального метасоматизма, распределение рудогенных элементов в магматических породах и апомагматическом метасоматическом ореоле. Обосновывается принадлежность ультраметаморфических и магматических пород к структурам очагово-купольного типа, обсуждаются соотношения и связи геохимического поля с околожильным метасоматическим ореолом, приведены выводы.

Полные химические силикатные анализы магматических горных пород выполнены в ЦЛ ПГО «Запсибгеология» и в Западно-Сибирском испытательном центре (г. Новокузнецк) под руководством И.А. Дубровской.

1. Положение очагово-купольной постройки в структуре Кедровского месторождения

Кедровское мезотермальное золоторудное месторождение кварцево-жильного типа находится на южных склонах Южно-Муйского хребта в 18...20 км западнее реки Витим. Его западная окраина расположена в 5 км к востоку от юго-восточного борта Муйского выступа архейского фундамента и одновременно западного шва Тулдуньской субмеридиональной зоны глубинных разломов, отделяющей выступ от палеозойско-протерозойского субстрата Тулдуньского прогиба. Последний выполнен углеродистыми терригенно-сланцевыми отложениями кедровской свиты, слагающими восточное падающее под умеренными углами на восток крыло антиклинальной складки линейного типа, в южной половине месторождения меняющей меридиональное простирание на юго-западное (рис. 1). На западе толща прорвана Кедровским массивом габброидов муйского комплекса, образованного в позднем рифее 735±26 млн л назад [21], к востоку от месторождения переработана ультраметаморфическими процессами позднепалеозойской эпохи (335±5 млн л) [7] с образованием плагиогнейс-плагиомигматит-гранитоидных куполов. Один из них занимает центральную часть месторождения и сложен штоком (залежью) магматических пород в ядре постройки в обрамлении плагиомигматитов, в широтном направлении на расстояниях в десятки метров постепенно сменяющихся альмандин-двуслюдяными плагиогнейсами и далее биотитовыми углеродистыми терригенными сланцами кедровской свиты. К северу и югу шток

магматических пород также постепенно при отсутствии интрузивных контактов сменяется пачками мигматизированных плагиогнейсов, согласными стратификации сланцевой толщи и протягивающимися на многие километры. В некоторых местах, например, в районе устья ручья Шумный, сланцы сохраняются в виде «перемычек» между куполами.

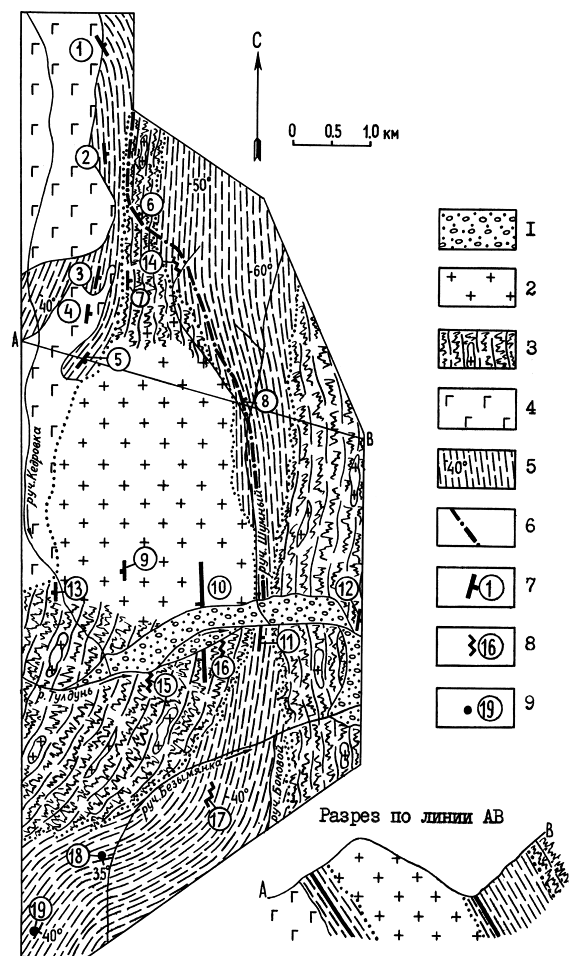


Рис. 1. *Схема геологического строения Кедровского рудного поля (составлена с использованием материалов В.А. Загоскина и Э.М. Мулюкова): 1) речные пойменные и террасовые отложения; 2, 3) очагово-купольная структура палеозоя: 2) гранодиорит, кварцевый диорит, 3) альмандин-биотитовые плагиогнейсы, плагиомигматиты с мелкими телами кварцевого диорита; 4) габбро, габбро-диорит Кедровского массива; 5) графит-содержащие биотит-полевошпат-кварцевые, двуслюдяные полевошпат-кварцевые песчано-алевросланцы с горизонтами известняков кедровской свиты; 6) Главное нарушение; 7) участки локализации золоторудных кварцевых жил: Жиганских (1), Пинегинских (2), Осиновых (3), Промежуточных (4), Шаманских (5), Штурмовых (6), Параллельной (7), Шумной (8), Баргузинской-II (9), Баргузинской-I (10), Майской (11), Безымянной (12), Кедровской (13); 8) участки локализации апосланцевых и апомигматитовых метасоматических залежей березитоидов: верховьев руч. Шумный (14), устья руч. Кедровки (15), устья руч. Шумный (16), Нижней Безымянки (17); 9) участки локализации кварцевого жильно-прожилкового оруденения в зонах рассланцевания: первый (18), второй (19)*

В месторождении известны редкие дорудные дайки гранитных пегматитов, гранит-порфиров, биотитовых базокварцевых микрогранит-порфиров, диоритовых порфиритов и многочисленные дайки предрудных и внутрирудных долеритов, образующих субмеридиональный пояс и описанных ранее [7 и др.].

Золотоносные кварцевые жилы, в том числе с промышленными параметрами, выполняют систему сопряженных сколовых трещин (разломов) субмеридионального простирания, падающих под умеренными углами в сланцах согласно их стратификации на восток, на юге месторождения – на юго-восток, в штоке изверженных пород – на запад (Баргузинские I и II жилы). Кроме жил, в месторождении известны минерализованные зоны в сланцах, залежи метасоматитов – березитоидов во всех породах, как правило, со слабо золотоносной прожилково-вкрапленной сульфидно-кварцевой минерализацией. Минеральный состав руд, физико-химические и термодинамические режимы рудообразования отвечают совокупности мезотермальных золотых месторождений [22]. Распределение золота в рудах весьма неравномерно – рудные столбы в жилах сменяются обширными участками с низкими содержаниями металла. Месторождение образовано в позднепалеозойскую металлогеническую эпоху 282±5 млн л назад [7].

2. Идентификация магматических пород очагово-купольной постройки Кедровского месторождения

Судя по частоте встречаемости образцов при случайном отборе их в редких скальных обнажениях и скважинах, шток магматических пород в ядре очагово-купольной постройки сложен преобладающе гранодиоритом с подчиненным участием кварцевого диорита (таблица, рис. 2). Детальному изучению объемных и пространственно-временных соотношений этих пород препятствует слабая обнаженность склонов хребта, покрытых крупно-глыбовыми курумами.

Обе породы сходны по внешнему облику и строению, – они имеют пестро-серый цвет, массивную, иногда с признаками слабого разгнейсования текстуру, неравномернозернистую среднекристаллическую (до 5 мм) гипидиоморфную структуру. Много общего и в минеральном составе пород.

Плагиоклазы в количестве до 60 % от их объема, кварц (до 15 % в кварцевом диорите и до 20 % в гранодиорите), бурый биотит (до 25 %) представляют главные минералы. К второстепенным относятся авгит, зеленая обыкновенная роговая обманка (до 5 %), а в гранодиорите, кроме того, калиевый полевой шпат (до 5 %). Обычные акцессории – апатит, магнетит, циркон, сфен.

Плагиоклазы образованы в форме разноориентированных коротко- или удлиненно- таблитчатых, реже изометричных всегда идиоморфных кристаллов, обычно несущих следы слабой коррозии со стороны ксеноморфных кварца, а в гранодиорите – и калиевого полевого шпата. В незональных и в яд-

Таблица. *Химические составы кварцевых диоритов, гранодиоритов зрелой очагово-купольной структуры Кедровского золоторудного месторождения*

Расстояние от золоторудных жил, м	Содержание, мас. %														Σ
	SiO_2	Al_2O_3	K_2O	Na_2O	S сульфид.	CO_2	CaO	MgO	FeO	Fe_2O_3	TiO_2	MnO	P_2O_5	H_2O^+	
78,0	65,45	16,85	2,10	3,72	0,00	0,00	4,49	1,81	2,79	1,09	0,48	0,06	0,16	1,38	100,38
74,0	67,24	16,05	2,00	3,92	0,02	0,23	4,07	1,71	3,08	0,61	0,41	0,07	0,14	0,42	99,97
73,0	65,71	15,96	2,66	3,64	0,01	0,90	3,51	1,81	2,86	0,86	0,41	0,07	0,15	1,43	99,98
72,7	66,94	16,32	3,00	3,36	0,00	0,72	2,38	1,71	1,98	0,70	0,41	0,06	0,14	1,92	99,64
70,8	67,46	15,78	2,00	3,92	0,00	0,14	4,21	1,41	2,42	1,02	0,40	0,09	0,12	0,88	99,85
54,8	66,32	16,85	1,66	3,82	0,01	0,18	3,93	1,61	2,49	1,35	0,44	0,08	0,14	0,82	99,70
10,0	62,50	16,50	1,67	3,90	0,05	0,63	3,91	2,11	2,13	3,39	0,51	0,11	0,25	2,33	99,99

рах редких зональных их кристаллов основность достигает № 36 в кварцевом диорите и № 32 – в гранодиорите. Наиболее кислый плагиоклаз на периферии зональных и в незональных зернах в той и другой породе отвечает олигоклазу (не ниже № 23).

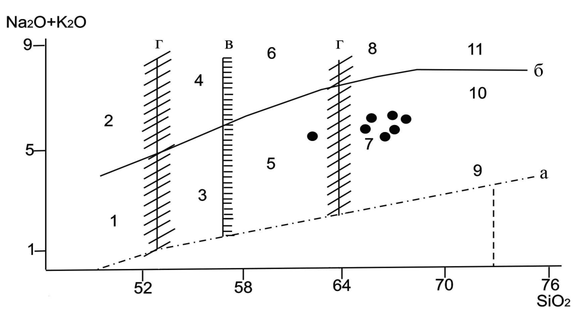


Рис. 2. *Положение магматических пород зрелой очагово-купольной структуры Кедровского золоторудного месторождения в координатах SiO_2 – (Na_2O+K_2O): а) нижняя граница распространения химических составов магматических горных пород, б) нижняя граница распространения химических составов умеренно щелочных магматических горных пород, в) граница распространения кварца >5 %, г) границы разделения магматических горных пород на группы с «полями неопределенности». Области распространения: 1) габброидов, 2) умеренно щелочных габброидов, 3) диоритов, 4) умеренно щелочных диоритов-монцонитов, 5) кварцевых диоритов, 6) умеренно щелочных кварцевых диоритов – кварцевых монцонитов, 7) гранодиоритов, 8) кварцевых сиенитов, 9) низкощелочных гранитов, 10) гранитов, 11) умеренно щелочных гранитов. Границы распространения областей пород заимствованы из [23]*

К числу ранних минералов относится также авгит, представленный редкими мелкими (до десятых долей мм) изометричными или коротко-таблитчатыми идиоморфными кристаллами среди скоплений кварца, биотита, полевых шпатов или в ассоциации с роговой обманкой (–2*V*=84°, *C*:*Ng*=16°, опт. знак –, *Ng*=1,678, *Np*=1,654) в более крупных выделениях, в том числе неправильной формы, с коррозионными очертаниями в срастаниях с биотитом и кварцем. Некоторые кристаллы авгита окружены роговой обманкой, зерна которой расчленены на части с промежутками между последними, заполненными тонкокристаллическими (до сотых долей мм) агрегатами кварца и полевых шпатов. Биотит обычен в розетковидных скоплениях сросшихся удлиненных чешуек размером до 5 мм. Между поздними биотитом и кварцем, с одной стороны, и ранними авгитом и роговой обманкой, с другой, обычны реакционные соотношения. Калиевый полевой шпат – решетчатый микроклин всегда ксеноморфен и выполняет в гранодиорите промежутки между кристаллами плагиоклазов, слабо замещая их.

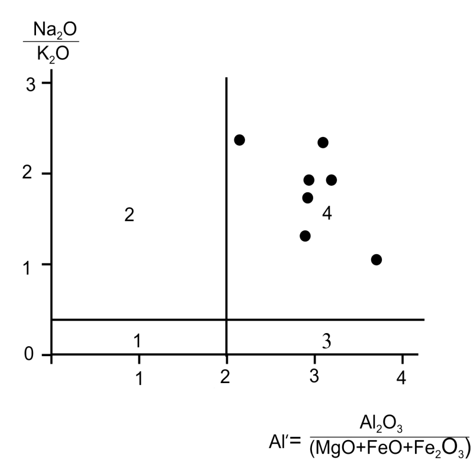


Рис. 3. *Положение магматических пород зрелой очагово-купольной структуры Кедровского золоторудного месторождения в координатах Na_2O/K_2O – $Al_2O_3/(MgO+FeO+Fe_2O_3)$. Серия, глиноземистость: 1) калиевая, высокоглиноземистые, 2) калиево-натриевая, высокоглиноземистые, 3) калиевая, весьма высокоглиноземистые, 4) калиево-натриевая, весьма высокоглиноземистые. Границы полей серий и коэффициента глиноземистости заимствованы из [23]*

Породы весьма высокоглиноземистые, относятся к калиево-натриевой петрохимической серии (рис. 3) и диагностируются как роговообманково-биотитовые кварцевый диорит и гранодиорит.

Далее, во второй части статьи, будут рассмотрены и обсуждены материалы, раскрывающие структуру околожильного метасоматического ореола и геохимического поля в штоке магматических пород, приведены выводы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Магматизм и метаморфизм зоны БАМ и их роль в формировании полезных ископаемых / Под ред. В.А. Кузнецова. – Новосибирск: Наука, Сиб. отд-е, 1983. – 202 с.
2. Критерии отличия метаморфогенных и магматогенных гидротермальных месторождений / Под ред. В.И. Смирнова и Н.Л. Добрецова. – Новосибирск: Наука, Сиб. отд-е, 1985. – 176 с.
3. Буряк В.А. Состояние и основные нерешенные вопросы теории метаморфогенного рудообразования // Региональный метаморфизм и метаморфогенное рудообразование. – Киев: Наукова думка, 1984. – С. 43–50.
4. Лось В.Л. Теоретические, методические и технологические основы прогноза рудных объектов // Геонауки в Казахстане. – Алматы: Казгео, 2004. – С. 228–239.
5. Буряк В.А., Гончаров В.И., Горячев Н.А. и др. О соотношении кварцево-жильной золотой и вкрапленной золото-сульфидной минерализаций с платиноидами в черносланцевых толщах // Доклады РАН. – 2005. – Т. 400. – № 1. – С. 56–59.
6. Гольдберг И.С. Рудообразование в геоэлектрохимических системах // Геология и охрана недр. – 2005. – № 2. – С. 28–40.
7. Кучеренко И.В. Петрологические и металлогенические следствия изучения малых интрузий в мезотермальных золоторудных полях // Известия Томского политехнического университета. – 2004. – Т. 307. – № 1. – С. 49–57.
8. Кучеренко И.В. К методике формирования выборок для расчета статистических параметров распределения и баланса химических элементов в околорудном пространстве гидротермальных месторождений золота // Известия Томского политехнического университета. – 2005. – Т. 308. – № 2. – С. 23–30.
9. Кучеренко И.В. Петрогеохимические особенности рудообразования в сланцевых толщах // Разведка и охрана недр. – 1986. – № 12. – С. 24–28.
10. Кучеренко И.В. Методические аспекты геохимических исследований в терригенных углеродистых сланцевых толщах // Теория и практика геохимических поисков в современных условиях: Тез. докл. IV Всесоюз. совещ., г. Ужгород, октябрь 1988 г. – Т. 2. – М.: ИМГРЭ, 1988. – С. 58–59.
11. Кучеренко И.В. Магматогенная концепция гидротермального рудообразования в черносланцевых толщах // Руды и металлы. – 1993. – № 3–6. – С. 17–24.
12. Кучеренко И.В., Орехов Н.П. Золото, серебро, ртуть в золотоносных апогнейсовых и апосланцевых околорудных метасоматических ореолах березитовой формации // Известия Томского политехнического университета. – 2000. – Т. 303. – № 1. – С. 161–169.
13. Кучеренко И.В. Околорудный метасоматизм как критерий генетической однородности мезотермальных золотых месторождений, образованных в черносланцевом и несланцевом субстрате // Известия Томского политехнического университета. – 2005. – Т. 308. – № 1. – С. 9–15.
14. Кучеренко И.В. Сингенез околорудных метасоматических и геохимических ореолов в мезотермальных месторождениях золота // Известия Томского политехнического университета. – 2005. – Т. 308. – № 3. – С. 22–28.
15. Кучеренко И.В. Геохимические аномалии благородных металлов как составная часть околорудных метасоматических ореолов в мезотермальных месторождениях золота // Известия Томского политехнического университета. – 2005. – Т. 308. – № 4. – С. 25–32.
16. Кучеренко И.В. Минералого-петрохимические и геохимические черты гидротермального метасоматизма в метаморфических толщах черных сланцев // Петрология магматических и метаморфических комплексов: Матер. Всеросс. петрографич. конф., г. Томск, 24–26 ноября 2005 г. – Томск: ЦНТИ, 2005. – С. 263–267.
17. Кучеренко И.В. Минералого-петрохимические и геохимические черты околорудного метасоматизма в Западном золоторудном месторождении (Северное Забайкалье) // Известия Томского политехнического университета. – 2005. – Т. 308. – № 5. – С. 32–40.
18. Кучеренко И.В. К проблеме идентификации минеральных ассоциаций регионального метаморфизма и околорудного метасоматизма в мезотермальных месторождениях золота // Известия Томского политехнического университета. – 2005. – Т. 308. – № 6. – С. 44–52.
19. Русинова О.В., Русинов В.Л. Метасоматический процесс в рудном поле Мурунтау (Западный Узбекистан) // Геология рудных месторождений. – 2003.– Т. 45. – № 1. – С. 75–96.
20. Кременецкий А.А. Принципы и технология разномасштабных прогнозно-поисковых геохимических работ // Поисковая геохимия: теоретические основы, технологии, результаты. – Алматы: НИИ природных ресурсов ЮГГЕО, 2004. – С. 13–25.
21. Рыцк Е.Ю., Амелин Ю.В., Крымский Р.Ш. и др. Байкало-Муйский пояс: возраст, этапы формирования и эволюция корообразования (U–Pb и Sm–Nd изотопные свидетельства) // Тектоника, геодинамика и процессы магматизма и метаморфизма: Матер. 32го тектонич. совещ. – М.: 1999. – Т. 2. – С. 93–95.
22. Ляхов Ю.В., Попивняк И.В. О физико-химических условиях развития золотого оруденения Северной Бурятии // Известия АН СССР. Сер. геологич. – 1977. – № 6.– С. 9–18.
23. Андреева Е.Д., Баскина В.А., Богатиков О.А. и др. Магматические горные породы. – Ч. 2. – М.: Наука, 1985. – 767 с.